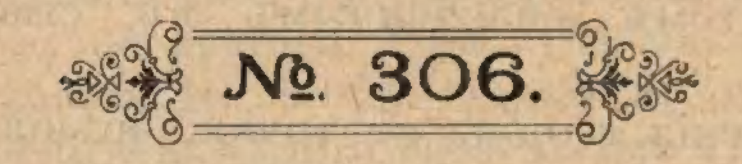
XXVI Сем. № 6.

Вѣстникъ Опытной Физики

и

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ.

15 Октября  № 306. 1901 г.

Расширеніе нашихъ чувствъ.

Вступительная лекція, прочитанная 19-го Мая 1900 г. **Otto Wiener'омъ**, ординарнымъ профессоромъ Лейпцигскаго Университета.

Переводъ Д. Шора.

*(Окончаніе *).*

Какое значеніе имѣетъ такое расширеніе чувствъ для нашего познанія? Но предварительно поставимъ еще такой вопросъ: даютъ ли чувства *сами по себѣ* уже познаніе? Чувство даетъ прежде всего только *ощущеніе;* послѣднее есть не что иное, какъ знакъ внѣшняго возбужденія; что этотъ знакъ означаетъ, говоритъ намъ только *воспріятіе*, которое устанавливаетъ связь между внѣшнимъ явленіемъ и внутреннимъ.

Нѣчто подобное происходитъ, когда мы объясняемъ указанія, даваемыя намъ инструментами. Новый знакъ возбуждаетъ только ощущеніе: нѣчто происходитъ. Когда *Kirchhoff* помѣстилъ между солнечнымъ изображеніемъ геліостата и щелью спектроскопа пламя натрія, и увидѣлъ, вмѣсто ожидаемаго усиленія свѣта, затемненіе фраунгоферовой линіи D солнечнаго спектра, онъ вы-

*) См. № 305 „Вѣстника“.

шелъ изъ комнаты со словами: „Здѣсь, повидимому, скрывается нѣчто фундаментально важное“ („Das scheint mir eine fundamentale Geschichte“) [59]). На другой день онъ уяснилъ себѣ это указаніе: онъ *восприняль* тотъ фактъ, что въ солнечной атмосферѣ существуютъ пары натрія; между ними и фраунгоферовыми линіями D онъ установилъ связь.

Конечно, это было не такъ просто. Для этого необходимо было обладать, на ряду съ остроуміемъ, богатымъ опытнымъ матеріаломъ, и притомъ облеченнымъ въ сжатую форму, т. е. *теоріей*.

Наши физическія теоріи, съ точки зрѣнія ученія объ эволюціи, суть указанія на явленія внутренняго приспособленія къ тому, что происходитъ внѣ насъ. Окружающія насъ явленія призываютъ къ жизни эти теоріи подобно тому, какъ свѣтъ создалъ у живыхъ существъ глазъ, — звукъ создалъ ухо. Подобнымъ же образомъ падающее тѣло производитъ внутри насъ родъ кинематографическаго изображенія: вслѣдъ за впечатлѣніемъ упавшаго тѣла, возникаетъ у насъ мысль о его паденіи, а иногда происходятъ и предохранительныя рефлекторныя движенія.

При физическихъ же теоріяхъ этотъ кинематографъ болѣе сложенъ. *Hertz* [60]) справедливо замѣчаетъ въ своей посмертной механикѣ слѣдующее: „Мы создаемъ себѣ внутреннія изображенія или символы внѣшнихъ предметовъ, и создаемъ ихъ такимъ образомъ, чтобъ логически-необходимыя слѣдствія этихъ изображеній всегда были бы изображеніями естественно необходимыхъ слѣдствій изображенныхъ предметовъ“. Нашъ кинематографъ долженъ быть устроенъ такъ, чтобы изъ первоначальнаго изображенія возникала конечная картина явленія; и эта картина должна давать такое же представленіе о конечной стадіи явленія, какое первоначальное изображеніе даетъ о начальномъ его моментѣ.

Чего же мы можемъ ожидать отъ дальнѣйшаго расширенія нашихъ чувствъ, и усовершенствованія нашего теоретическаго кинематографа.

Философы часто утверждали, что вещь въ себѣ останется всегда непознаваемой. Физикъ могъ бы отвѣтить на это, что во всякомъ случаѣ только отношенія вещей къ нему самому и между собой составляютъ предметъ его изслѣдованій. Вещи, не дѣйствующія ни на его чувства, ни на другія вещи, которыя бы дѣйствовали на него, или опять таки при посредствѣ другихъ факторовъ, — такія вещи не могутъ, конечно, быть имъ познаны. Но причину этого слѣдуетъ видѣть не въ недостаткахъ его метода, а въ опредѣленіи понятія вещи въ себѣ. Утвержденіе, что

[59]) См. *L. Boltzmann*, „Gustav Robert Kirchhoff“, Festrede, gehalten zu Graz am 15. Nov. 1887, Leipzig, J. A. Barth. S. 8, 1888. (Рѣчь, читанная въ Грацѣ 15-го Ноября, 1887 года).

[60]) *H. Hertz*. „Die Prinzipien der Mechanik“, Leipzig, J. A. Barth. S. 1, 1894.

вещь въ себѣ непознаваема, равносильно утвержденію, что безотносительная вещь не имѣетъ отношеній, или что несуществующая вещь не можетъ быть найдена. Объ этомъ навѣрное никто не пожалѣетъ.

Эти взгляды на „вещь въ себѣ“ я узналъ впервые отъ моего отца, *Christian'a Wiener'a*, который слѣдующимъ образомъ выражается по этому вопросу [61]): „Содержится ли тамъ, гдѣ мы усматриваемъ нѣкоторое бытіе, еще нѣчто, кромѣ тѣхъ причинъ, которыя посредственно или непосредственно дѣйствуютъ на наши чувства,—этого мы не знаемъ и никогда узнать не можемъ; мы можемъ познать только то, что въ состояніи непосредственно либо черезъ посредство другихъ факторовъ вызвать какой либо процессъ въ нашемъ „я“, т. е. ощущеніе, чувство. Мы не можемъ даже составить себѣ о такой вещи никакого представленія, такъ какъ каждое представленіе есть воспоминаніе объ ощущеніи или чувствѣ; ощущенія же и чувства не могутъ быть вызваны ею. Поэтому, если бы она и существовала, она не имѣла бы никакого значенія ни по отношенію къ нашему поведенію, такъ какъ она не оказываетъ на насъ никакого вліянія,—ни для нашего познанія, такъ какъ мы не въ состояніи составить себѣ о ней представленіе. Мнѣ кажется нецѣлесообразнымъ называть эту вещь, остающуюся отъ нѣкотораго объекта по исключеніи всѣхъ его свойствъ, особымъ именемъ:—„вещь въ себѣ“. Ибо во-первыхъ неизвѣстно, остается ли что-либо послѣ такого исключенія; а во-вторыхъ вещи, которая не только не навѣрное существуетъ, но ничѣмъ не обнаруживаютъ своего существованія,—такой вещи нѣтъ нужды давать особое названіе. Конечно тѣ, которые употребляютъ это названіе, вѣрятъ въ существованіе „вещи въ себѣ“; но это только вѣра, такъ какъ у нихъ нѣтъ никакого признака, а еще менѣе доказательства этого существованія. Но кромѣ того названіе „вещв въ себѣ“ указываетъ на то, будто-бы этотъ остатокъ составляетъ собой нѣчто наиболѣе существенное въ объектѣ — вѣра, лишенная всякаго основанія“.

Еще болѣе опредѣленно выражается по этому вопросу *E. Mach* [62]): „Цѣлесообразная привычка обозначать постоянное *однимъ* именемъ и соединять въ *одну* мысль, не анализируя каждый разъ его составныхъ частей, можетъ привести къ своеобразному противорѣчію при стремленіи отдѣлить составныя части. Туманный обликъ чего-то постояннаго, не измѣняющагося замѣтнымъ образомъ, когда той либо другой изъ составныхъ частей недостаетъ, кажется человѣку *вещью въ себѣ*. Полагаютъ, что если можно удалить всѣ составныя части въ *отдѣльности* и картина отъ этого не мѣняется, то можно удалить ихъ *всѣ вмѣстѣ* и все таки

[61]) *Christian Wiener*, „Die Grundzüge der Weltordnung“, Leipzig und Heidelberg, C. F. Wintersche Verlagsbuchhandlung, S. 678, 1869.

[62]) *Ernst Mach*, „Beiträgen zur Analyse der Empfindungen“, Jena, Gustav Fischer, S. 4, 1886.

еще нѣчто останется. Такъ возникаетъ чудовищная идея непознаваемой „вещи въ себѣ“, отличной отъ своихъ „проявленій“.

Но вотъ какой вопросъ имѣетъ смыслъ: въ состояніи ли мы или будемъ ли когда-нибудь въ состояніи сдѣлать наши представленія о существующихъ во внѣшнемъ мірѣ соотношеніяхъ въ извѣстномъ смыслѣ независимыми отъ особенной природы нашихъ чувствъ, т. е. независимыми отъ примѣсей, происходящихъ отъ особенностей отдѣльныхъ чувствъ? Этого вопроса нельзя голословно отвергнуть.

Фактъ существованія обширнаго ученія о магнитизмѣ и электричествѣ указываетъ на возможность отысканія человѣкомъ соотношеній безъ помощи особаго для этой цѣли приспособленнаго чувства. По тѣмъ примѣрамъ, которые я привелъ выше, вамъ должно было стать вполнѣ понятнымъ, что свѣтовыя явленія мы въ состояніи такъ же точно, правда не съ такою же легкостью, изслѣдовать при посредствѣ уха, какъ явленія звука при помощи глазъ.

Въ принципѣ не трудно соединить на дѣлѣ всю совокупность нашихъ физическихъ знаній въ единый музей физическихъ автоматовъ, при помощи самопишущихъ аппаратовъ и другихъ автоматическихъ инструментовъ. Мы даже обладаемъ подобнымъ музеемъ въ „Ураніи“ въ Берлинѣ, гдѣ достаточно нажать опредѣленную пуговку, чтобы желаемый экспериментъ произошелъ автоматически. Существо, одаренное совершенно иными чувствами, но обладающее достаточно развитыми физическими знаніями и способностями, могло бы въ такомъ музеѣ опредѣлить уровень нашихъ знаній. Аппаратъ *Sommer'a* для анализа движеній при помощи трехъ кривыхъ показалъ бы ему, между прочимъ, что движеніе отъ нѣкотораго начальнаго положенія въ нашемъ представленіи опредѣляется тремя данными, т. е. что наше пространство имѣетъ три измѣренія.—Я стою при этомъ на точкѣ зрѣнія развитой недавно на этомъ же самомъ мѣстѣ *Hölder'омъ* [63]), и считаю, какъ и онъ, положеніе *Kant'a* объ апріорности представленій о пространствѣ и времени ненужнымъ.

Наоборотъ мы могли бы оріентироваться такъ же точно въ лабораторіи существъ, одаренныхъ другими чувствами. Допустимъ, что у нихъ не было бы чувства для непосредственнаго воспріятія свѣтовыхъ лучей, но зато они могли бы непосредственно ощущать инфракрасные тепловые лучи. Окна въ лабораторіи такого существа могли бы состоять изъ непрозрачныхъ для насъ пластинокъ изъ эбонита, его телескопы могли бы заключать чечевицы изъ эбонита. Опредѣленіе цѣлей его аппаратовъ потребовало бы — при достаточныхъ физическихъ познаніяхъ—меньше остроумія, чѣмъ это было необходимомо для разбора клинообразныхъ надписей.

---

[63]) *Otto Hölder*, „Anschauung und Denken in der Geometrie“, akademische Antrittsvorlesung, gehalten am 22. Juli 1899; Leipzig, B. G. Teubner, 1900.

Итакъ, мы уже въ настоящее время въ состоянiи стать независимыми отъ особенностей природы нашихъ чувствъ, и даже въ извѣстномъ смыслѣ можемъ представить себѣ, каковы должны были бы быть наши впечатлѣнiя, если бы у насъ были другiя чувства.

Нѣтъ нужды упоминать о томъ, что наши современныя знанiя о физическихъ соотношенiяхъ еще очень несовершенны, и именно главнымъ образомъ въ двухъ отношенiяхъ. Во-первыхъ, еще теперь—можно сказать ежедневно—находятъ новыя, своеобразныя соотношенiя; во-вторыхъ, многiе указанiя, которыя даютъ намъ наши чувства и аппараты, еще не приводятъ ни къ какимъ воспрiятiямъ, т. е. наши теорiи еще не въ достаточной мѣрѣ общи. Старый опытъ учитъ насъ, что совершенство нашихъ знанiй объ извѣстной группѣ явленiй возрастаетъ, по мѣрѣ того какъ ея теорiи становятся болѣе общими.

Но методъ расширенiя нашихъ чувствъ можно продолжить сколь угодно далеко. Если какое-нибудь явленiе не дѣйствуетъ ни непосредственно на наши чувства, ни на наши современные аппараты, служащiе расширенiемъ нашихъ чувствъ, то оно должно, всетаки, находиться въ какой-либо связи съ тѣми или другими явленiями, дѣйствующими на наши аппараты; иначе это явленiе безотносительное, не существующее для насъ. Рано или поздно оно станетъ для насъ замѣтнымъ, и это совершится тѣмъ легче, чѣмъ шире наша теорiя; ибо тогда она предусмотритъ, какъ это уже въ настоящее время часто бываетъ, такiя соотношенiя, которыя еще непосредственно не наблюдались, и подтвержденiе которыхъ имѣетъ такую же вѣроятность, какъ открытiе Нептуна по вычисленiю *Leverrier*.

Въ чемъ же заключается конечная цѣль такого развитiя? Какова должна была бы быть теорiя, которая удовлетворяла бы требованiямъ общности и наибольшей независимости отъ особенной природы нашихъ чувствъ, и въ то же время обнимала бы наиболѣе широкую группу явленiй? Какова должна была бы быть въ этомъ случаѣ мельчайшая часть нашего теоретическаго кинематографа?

Можетъ быть для этой цѣли пригодна больше всего энергiя, которая къ тому же въ состоянiи дѣйствовать на всѣ наши чувства. Но она прежде всего не обща; мы различаемъ, между прочимъ, механическую, тепловую и свѣтовую энергiи; и вопросъ о эквивалентности различныхъ формъ энергiи и о преобразованiи одной изъ нихъ въ другую считаютъ безплоднымъ именно тѣ ученые, которые вмѣстѣ съ нашимъ коллегой *Ostwald'омъ* называютъ себя энергетистами.

Кромѣ того энергiя не достаточно проста для того, чтобы быть самымъ общимъ элементомъ построенiя; потому что въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ она опредѣляется minimum двумя сомножителями. И не смотря на это, понятiе—энергiя—было бы не достаточно широкимъ для объясненiя многихъ и именно простѣйшихъ физическихъ явленiй, напр. явленiй движенiя въ узкомъ смыслѣ

этого слова, такъ какъ *энергіи не присуще направленіе.* А именно это обстоятельно даетъ энергіи преимущество въ тѣхъ случаяхъ, когда дѣло идетъ не о частностяхъ явленія, а лишь объ общемъ его ходѣ, какъ это часто бываетъ при изученіи химическихъ явленій. Если бы въ общее ученіе объ энергіи были включены такіе вопросы, какъ связь между удѣльными теплотами газовъ и ихъ химическими свойствами, или связь между расширеніемъ спектральныхъ линій, температурой и атомнымъ вѣсомъ свѣтящихся паровъ [64]), то энергетика должна была бы заняться болѣе подробно изслѣдованіемъ распредѣленія энергіи. Въ ученіи о скорости одному и тому же тѣлу пришлось бы приписать различную „удѣльную энергію", смотря по тому въ какомъ направленіи тѣло движется; такъ что направленіе опредѣлялось бы родомъ удѣльной энергіи. Возможно, что при такомъ расширеніи, сохраняя строгіе понятія и выводы, ученіе объ энергіи могло бы, точно такъ же какъ и механика, т. е. ученіе о движеніи, дать удовлетворительную теорію физическихъ явленій. Я думаю только, что тогда, т. е. при одинаковомъ объемѣ съ механикой, энергетика отличалась бы отъ нея только обозначеніями; а въ такомъ случаѣ обозначенія механики болѣе просты *).

Существуетъ еще одинъ родъ явленій, на которыя точно также реагируютъ всѣ чувства. Это—движеніе или перемѣна мѣста. Ни въ одномъ изъ органовъ чувствъ не можетъ возникнуть раздраженіе безъ того, чтобы не произошло сближеніе этого органа съ раздражителемъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ постоянное наблюденіе привело физиковъ къ выводу, что въ каждой точкѣ дѣйствуетъ именно то состояніе, которое въ ней имѣетъ мѣсто. Быть можетъ каждый непредубѣжденный человѣкъ, въ силу своего ежедневнаго опыта, найдетъ это само собой понятнымъ; но физика долгое время придерживалась какъ разъ противоположнаго воззрѣнія. Больше того, до сихъ поръ не удалось еще доказать, что всеобщее тяготѣніе не есть явленіе дальнодѣйствія. Но какъ справедливо говоритъ *Hertz* [65]), судя по закону ея дѣйствія,

[64]) Это соотношеніе найдено *Michelson'омъ* и согласуется въ первомъ приближеніи съ принципомъ Doppler'а и кинетической теоріей газовъ. (Phil. Mag., 5 Serie., томъ 24, p. 294, 1892).

*) Вотъ что говоритъ по этому поводу *W. Ostwald* въ рецензіи настоящей рѣчи, помѣщенной въ „Zeitschrift für physikalische Chemie" (XXXVI Bd., 3. Heft, 1901, S. 384): „.... слѣдуетъ упомянуть о томъ, что замѣчанія, сдѣланныя (въ рѣчи *Wiener'а*) по отношенію къ энергетикѣ, непонятны. Въ особенности, ни одинъ энергетистъ никогда не утверждалъ, будто бы энергіи вообще не присуще направленіе; напротивъ того кинетическая энергія обладаетъ всегда опредѣленнымъ направленіемъ, которое точно такъ же принадлежитъ къ ея признакамъ, какъ ея величина и форма проявленія. Это явствуетъ изъ того, что возможность обмѣна энергіи между двумя тѣлами, обладающими энергіей движенія, рѣшающимъ образомъ зависитъ отъ ихъ направленія".

Примѣчаніе переводчика.

[65]) *H. Hertz*, рѣчь читанная на съѣздѣ естествоиспытателей въ Гейдельбергѣ въ 1889 г. См. протоколы съѣзда, стр. 149. Напечатано также отдѣльнымъ изданіемъ: „Ueber die Beziehungen zwischen Licht und Elektricität", 10. u. 11. Auflage, Bonn, Emil Strauss, 1900. Русскій переводъ.

можно *предполагать*, что она представляетъ собой явленіе распространенія дѣйствія отъ частицы къ частицѣ.

Опытъ построенія такой теоріи, которая стремится свести всѣ физическія явленія къ движенію однороднаго вещества, оставилъ намъ *Hertz* въ своей посмертной механикѣ [66]). Согласно построенной въ ней системѣ, существующія движенія продолжаются по извѣстнымъ законамъ такъ, что при этомъ ихъ энергія не измѣняется. Въ этомъ отношеніи всѣ формы энергіи принимаются за однородныя. Но эта *Hertz'ова* механика не имѣетъ еще претензіи свести *уже въ настоящее время* всѣ физическія явленія въ частностяхъ къ явленію движенія; она только стремится показать возможность и отсутствіе внутренняго противорѣчія въ подобной идеѣ. Этимъ самымъ она ставитъ теоретической и опытной физикѣ много интересныхъ задачъ.

Одинъ изъ результатовъ этой теоріи безъ сомнѣнія имѣетъ право на самое широкое вниманіе. Эта механика даетъ возможность обходиться безъ силъ старой физики. Сила играетъ въ ней только роль математически строго опредѣленной вспомогательной величины. Но что же будетъ тогда съ вѣчной міровой загадкой [67]) о силѣ, если силы въ томъ смыслѣ, какъ о ней говоритъ *du-Bois-Reimond*, задавшій эту задачу, вообще не существуетъ?

Это должно послужить серьезнымъ предостереженіемъ для тѣхъ, кто желаетъ возвѣщать вѣчно неразрѣшимыя загадки. Такое заявленіе представляетъ собой попросту нескромность. Ибо, утверждая, что то или иное познаніе не можетъ быть доступно даже будущимъ поколѣніямъ, мы тѣмъ самымъ какъ бы оправдываемъ свое собственное невѣжество.

Очевидно слѣдующее: необходимо только придумать достаточно неясныя или противорѣчивыя понятія или даже указать негодный путь для рѣшенія нѣкоторой задачи, и вѣчная міровая загадка готова.

Къ загадкамъ, построеннымъ на неясныхъ и противорѣчивыхъ понятіяхъ, можно причислить седьмую міровую загадку *du Bois-Reymond'a* — о свободѣ воли. Что загадка исчезаетъ, коль скоро со словами связываются ясныя и недвусмысленныя понятія, доказалъ, по моему мнѣнію, *Christian Wiener* въ своей рѣчи о свободѣ воли [68]).

Къ загадкамъ съ безсодержательными понятіями можно отнести, на ряду съ вышеприведенной загадкой о сущности силы, еще загадку о причинѣ движенія, которую *du Bois-Reymond* назы-

---

[66]) См. прим. 60.

[67]) Первая изъ „семи міровыхъ загадокъ" *Emil'я du Bois-Reymond'a.* Рѣчь, читанная 8-го Іюля 1880 года, издана вмѣстѣ съ „Ueber die Grenzen des Naturerkennens", Veit & Comp., Leipzig. Русскій переводъ: *Э. дю-Буа-Реймондъ.* „О границахъ познанія природы". — „Семь міровыхъ загадокъ". Москва. 1900.

[68]) *Christian Wiener.* „Die Freiheit des Willens", L. Brill, Darmstadt, 1894

ваетъ второю міровой загадкой, и которую онъ установилъ только при помощи произвольнаго допущенія, что законъ сохраненія энергіи въ прошломъ въ нѣкоторый моментъ *не* имѣлъ мѣста.

Отъ указанія для рѣшенія вопроса пути, непригоднаго для этой цѣли, возникаетъ пятая міровая загадка *du Bois-Reymond'a*, именно загадка о возникновеніи простѣйшаго ощущенія или о возникновеніи сознанія. *Du Bois-Reymond* требуетъ, чтобы это было объяснено механически, т. е. при помощи движенія, и показываетъ, что такое рѣшеніе невозможно. Это требованіе подобно, напримѣръ, требованію непосредственно объяснить то вліяніе, которое оказываютъ другъ на друга два бесѣдующихъ лица, законамъ акустики, или вліяніе телеграфной сѣти на развитіе народа—законами электричества. Очевидно, что всякое явленіе можно объяснить только болѣе простыми явленіями того же рода: сложныя движенія—простыми движеніями, сложныя ощущенія—простыми ощущеніями. „Объяснить" значитъ что-либо неясное, непрозрачное сдѣлать яснымъ, прозрачнымъ,—что-либо запутанное разложить на простѣйшія составныя части. Существуютъ явленія, которыя, подобно сознанію, могутъ быть разсматриваемы съ двухъ точекъ зрѣнія,—которыя такимъ образомъ имѣютъ двѣ формы проявленія. Можно ли требовать, чтобы одна изъ этихъ формъ была объяснена на основаніи элементовъ проявленія другой формы? Мы вправѣ смотрѣть на параллелизмъ между тѣлеснымъ и духовнымъ міромъ, какъ на проявленіе нѣкотораго единственнаго явленія, разсматриваемаго нами съ двухъ различныхъ сторонъ: извнѣ и извнутри—воззрѣніе, котораго придерживались, между прочимъ, *Спиноза* (Ethik), *Fechner* [69]), *Wundt* [70]), *Mach* [71]). Образцомъ для изслѣдованій, необходимыхъ при изученіи этихъ явленій, служитъ попытка *Helmholtz'a* объяснить зависимость гармоніи тоновъ отъ того, насколько просты отношенія между числами ихъ колебаній. Это изслѣдованіе изучаютъ обѣ стороны явленія: внѣшнюю—физическую и внутреннюю—психологическую. Цитированное выше сочиненіе *Mach'a* даетъ цѣлый рядъ интересныхъ разсужденій на подобныя темы. Самое большое, что можетъ дать психологическое объясненіе, это сведеніе запутанныхъ ощущеній къ возможно болѣе простымъ, рефлекторнымъ ощущеніямъ, которыя, если представить ихъ себѣ отдѣленными одно отъ другого, составляютъ переходъ къ безсознательнымъ явленіямъ. Если *du Bois-Reymond* подъ простѣйшимъ ощущеніемъ, подлежащимъ объясненію, понимаетъ сознательное ощущеніе, то для него это уже не есть простѣйшая составная часть ощущенія, такъ какъ сознаніе предполагаетъ уже очень сложныя ощущенія; а каждое

---

[69]) *T. Fechner*, „Elemente der Psychophysik", Bd. I, S. 5.

[70]) *W. Wundt*, „Grundzüge der physiologischen Psychologie", Leipzig, Verl. von W. Engelmann, 1. Aufl. 1874, 4. Aufl. 1893, 2. Bd., S. 648.

[71]) *E. Mach*, „Beiträge zur Analyse der Empfindungen", цитировано въ прим. 61). Здѣсь, на стр. 13, *Mach* говоритъ: „Не объектъ, а направленіе изслѣдованія различны въ обѣихъ областяхъ".

ощущеніе объяснимо, т. е. можетъ быть сведено на самыя простыя составныя части ощущенія. Если же онъ желаетъ понимать подъ этимъ самыя простыя составныя части ощущенія, то согласно опредѣленію понятія—простѣйшій—онѣ не разложимы далѣе психологически; только условія ихъ возникновенія подлежатъ еще внѣшнему изученію, т. е. физико-физіологическому объясненію.

Тотъ фактъ, что психическій самоанализъ намъ не легко дается, зависитъ, какъ говоритъ *Helmholtz*, отъ того, что эта способность имѣетъ мало значенія въ борьбѣ за существованіе. Получитъ ли эта способность при дальнѣйшемъ развитіи бо́льшее значеніе? Можетъ быть за дальнѣйшее развитіе этой способности говоритъ, согласно основному закону біогенезиса, тотъ фактъ, что она проявляется у ребенка въ значительно меньшей степени, чѣмъ у взрослаго. Ребенокъ часто не въ состояніи указать причину неудовольствія или боли тамъ, гдѣ для взрослаго это не представляетъ ни малѣйшаго затрудненія. Какъ бы то ни было мы не имѣемъ и здѣсь никакого права возвѣщать „границу познанія (Jgnorabimus)", которая можетъ послужить первою ступенью для перехода въ область непослѣдовательнаго, произвольнаго и мистическаго.

Точно такъ же и въ физикѣ при построеніи каждой теоріи должны оказаться составные элементы, которые не требуютъ дальнѣйшаго опредѣленія въ томъ смыслѣ, какъ мы понимаемъ это слово. Допустимъ, что всѣ физическія явленія удалось бы вывести изъ основнаго закона *Hertz'a*; допустимъ даже, что это былъ бы не законъ *Hertz'a*, а какое-либо иное, подобное ему положеніе, выбранное болѣе удачно, свободное отъ тѣхъ недостатковъ, которые составляютъ слабыя мѣста въ системѣ *Hertz'a*. Въ такомъ случаѣ вопросъ о дальнѣйшемъ объясненіи этого закона лишенъ содержанія. Если бы его можно было вывести изъ иного исходнаго закона, то съ такимъ же правомъ можно было бы вновь потребовать объясненія и этого поослѣдняго. Такое требованіе находится въ противорѣчіи съ самымъ понятіемъ, которое выражается словомъ „объясненіе". Если бы намъ удалось построить такую систему, то мы могли бы только сказать, что физическія явленія происходятъ согласно закону, лежащему въ основѣ этой системы.

Подобнаго рода разсужденія заставили *Kirchhoff'a* замѣнить слово „объясненіе" словомъ „описаніе". Но это противорѣчитъ обыденной рѣчи, въ которой подъ описаніемъ понимаютъ только внѣшнюю передачу извѣстной группы явленій, совершенно отличную отъ „объясненія", дающаго простѣйшій ключъ къ ея уразумѣнію. Такъ напримѣръ, въ обыденной рѣчи подъ описаніемъ движенія небесныхъ планетъ—возможно простымъ и совершеннымъ—мы понимаемъ совокупность данныхъ, по которымъ въ каждый моментъ было бы возможно указать положеніе каждой планеты относительно даннаго мѣста земли. Простота этого описанія должна была бы заключаться въ возможно болѣе удобномъ распредѣленіи данныхъ, будь то въ формѣ таблицъ или графиче-

скаго изображенія. Но подъ „описаніемъ“ движенія планетъ, въ обычномъ значеніи этого слова, мы ни въ коемъ случаѣ не разумѣли бы указанія на тотъ фактъ, что это движеніе подчиняется закону *Ньютона;* въ дѣйствительности отъ объясненія лежитъ еще далекій и трудный путь до описанія явленія. Поэтому я, вмѣстѣ съ *Hölder'омъ* [72]), считаю терминологію *Kirchhoff'а* нецѣлесообразной. Слѣдствіемъ ея было то, что въ послѣднее время иногда слово „описаніе“ употребляется въ его первоначальномъ смыслѣ— для обозначенія внѣшней передачи группы явленій—, и въ то же время, какъ будто бы, имѣетъ претензію на другое значеніе, данное ему *Kirchhoff'омъ.* Эти соображенія ни въ коемъ случаѣ не умаляютъ значенія самой идеи, которая была *Kirchhoff'омъ* при этомъ высказана. Возможно даже, что его мысль не оказала бы столь сильнаго вліянія, если бы она не была выражена въ такой рѣзкой формѣ по отношенію къ обыденной рѣчи.

* *
*

Да будетъ мнѣ позволено въ заключеніе бросить бѣглый взглядъ на технику и жизнь съ принятой мною точки зрѣнія.

Когда физикъ предпринимаетъ новое изслѣдованіе, то онъ, большею частью, самъ налаживаетъ свой аппаратъ и, по окончаніи работы, снова его разбираетъ. Это и понятно: для того чтобы аппаратъ стоило сохранять, онъ долженъ обладать извѣстною степенью совершенства, особенными качествами, которыя давали бы возможность приготовлять его въ большомъ количествѣ экземпляровъ. Но это очень трудная задача. Поэтому слѣдуетъ относиться съ особенной благодарностью къ тѣмъ, кто несетъ трудъ на пользу общества, получающаго при построеніи каждаго такого новаго аппарата новое чувство.

Тамъ, гдѣ научный умъ соединяется съ искусствомъ техники, мы получаемъ особенно плодотворные результаты. Напомню совмѣстную работу физика *Werner'а Siemens'а* съ механикомъ *Johann'омъ Halske* въ области электричества *); въ области оптики совмѣстную работу физика *Ernst'а Abbe* съ оптикомъ и механикомъ *Carl'омъ Zeiss'омъ*, въ результатѣ которой, по смерти *Zeiss'а*, возникъ созданный *Abbe „Цейссовскій Институтъ“* [73]); это первоклассное научно-техническое учрежденіе имѣетъ значеніе не

---

[72]) См. сочиненіе, цитированное въ прим. 63; S. 71.

*) Фирма *Siemens & Halske* сыграла важную культурную роль въ дѣлѣ распространенія въ Германіи, Россіи и др. странахъ телеграфа (основана въ 1847 г.). *Werner von Siemens* (1816—92) извѣстенъ также своею научною дѣятельностью и изобрѣтеніемъ многихъ физическихъ инструментовъ (въ области электричества). *J. G. Halske* (1814—1890) — механикъ; до 1867 года — владѣтель, вмѣстѣ съ Siemens'омъ, фирмы Siemens & Halske.

Примѣчаніе переводчика.

[73]) Основанное въ 1889 году, это учрежденіе получило по инціативѣ *Abbe* въ 1896 году въ высшей степени интересный уставъ, регулирующій кругъ его дѣятельность и цѣли.

только для научнаго прогресса, но и для развитія основъ чистаго соціальнаго чувства *).

Точно также дѣлу расширенія нашихъ чувствъ, съ моей точки зрѣнія, способствуютъ наши естественно-научные институты, во главѣ которыхъ стоитъ „Физико-Техническая Государственная Палата“ (Die physikalisch-technische Reichsanstalt) въ Шарлоттенбургѣ (близъ Берлина) **); онъ основана при участіи *Werner'a Siemens'a*, во главѣ ея стоялъ сначала *Helmholtz*, а теперь—*Friedrich Kohlrausch*.

Но эти институты конечно нуждаются въ большихъ средствахъ; эти искусственно-утонченныя чувства обходятся дорого.

Въ послѣднихъ своихъ разсужденіяхъ я коснулся вопроса о взаимодѣйствіи между наукой и техникой—, между расширеніемъ органовъ чувствъ и расширеніемъ размѣровъ нашихъ членовъ. Успѣхъ въ одной изъ этихъ областей обусловливаетъ развитіе другой, какъ уже было высказано *Herbert'омъ Spencer'омъ* [74]).

Недавно, послѣ открытія Рентгеновскихъ лучей, мы опять видѣли поразительный примѣръ того, какъ плодотворно успѣхъ науки дѣйствуетъ на технику и какъ улученные техникой аппараты, въ свою очередь, идутъ на пользу наукѣ.

При этомъ невольно у каждаго возникаетъ идея о томъ, какъ скоро можетъ пойти такое развитіе, которое, подобно химическимъ реакціямъ, совершается взрывами.

Сравненіе это и на самомъ дѣлѣ не совсѣмъ поверхностно. Всякая реакція происходитъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше частичекъ можетъ соединиться. Если отъ соединенія нѣсколькихъ частицъ устанавливается состояніе, ускоряющее соединеніе другихъ частицъ, напримѣръ сильное повышеніе температуры, то получается взрывъ.

Пока число изслѣдователей было не велико, пока методы естествознанія были еще не богаты,—развитіе науки медленно подвигалось впередъ. Нынѣ число изслѣдователей велико, они разсѣяны по всему земному шару; поэтому каждое открытіе обуславливаетъ собою состояніе, долженствующее ускорить дальнѣйшее движеніе науки. Каждое открытіе доставляетъ новыя опорныя точки, даетъ часто средство для техническаго примѣненія научныхъ идей; въ зависимости отъ этого въ техникѣ является потребность въ новыхъ силахъ. Трудами ученыхъ достигаются, въ свою очередь, болѣе быстрые успѣхи науки; такимъ образомъ получается картина развитія, которая, по сравненію съ продолжительностью геологическихъ періодовъ, можетъ быть уподоблена ряду взрывовъ.

---

*) Цейссовскій Институтъ—это фабрика оптическихъ инструментовъ, главнымъ образомъ микроскоповъ. Какъ ученые чиновники, такъ и рабочіе являются ея владѣльцами и получаютъ по опредѣленному въ статутахъ порядку девидендъ. Чистый доходъ идетъ въ пользу науки, въ частности Іенскаго Университета. *Примѣчаніе переводчика.*

**) Это учрежденіе соотвѣтствуетъ нашей русской „Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ“ въ С.-Петербургѣ. *Примѣчаніе переводчика.*

[74]) Въ мѣстѣ, упомянутомъ выше въ примѣчаніи 3-емъ.

Рѣчь,

произнесенная профессоромъ А. В. Васильевымъ въ торжественномъ засѣданіи Казанскаго Физико-Математическаго Общества 22-го Октября 1900 года. *)

М. Г.!

Сегодня мы собрались для вторичнаго присужденія преміи имени Н. И. Лобачевскаго, присуждаемой черезъ три года. Мы премируемъ сегодня конечно не такіе труды, какъ составляющіе эпоху въ развитіи современной математики труды Софуса Ли по теоріи преобразованій, премированные три года тому назадъ, но тѣ два сочиненія, которыя, какъ Вы уже знаете изъ доклада Коммиссіи, она сочла одинаково достойными преміи имени великаго геометра, свидѣтельствуютъ о томъ интересѣ, съ которымъ ученые всѣхъ странъ изучаютъ ту вѣтвь знаній, которой положено начало Лобачевскимъ.

Одно изъ этихъ сочиненій—то, которому по жребію выпало получить самую премію—представляетъ систематическое изложеніе изслѣдованій по неевклидовой геометріи, „наиболѣе полное изъ всѣхъ появившихся до настоящаго времени“, по справедливому замѣчанію почтеннаго референта проф. Энгеля. Сочиненіе проф. Киллинга: „Einführung in die Grundlagen der Geometrie“—даетъ возможность познакомиться, не прибѣгая къ первоисточникамъ, и съ основаніями неевклидовой геометріи и съ отношеніемъ неевклидовой геометріи къ проэктивной и съ теоріею пространствъ многихъ измѣреній и съ приложеніями теоріи преобразованій; при этомъ сочиненіе Killing'а является и завершеніемъ продолжительныхъ самостоятельныхъ работъ автора по неевклидовой геометріи, относившихся главнымъ образомъ къ тѣмъ ин-

*) Въ № 291 на стр. 66 мы сообщили о второмъ присужденіи преміи имени Н. И. Лобачевскаго, состоявшемся 22 Октября 1900 г. Однако печатный отчетъ коммиссіи, которой было поручено Казанскимъ Физико-Математическимъ Обществомъ разборъ присланныхъ сочиненій, вышелъ лишь недавно. Изъ этого отчета мы узнаемъ, что коммисія признала равно достойными преміи книгу профессора Killing'а, которая—какъ мы сообщили своевременно—и удостоена этой преміи, и книгу профессора Кембриджскаго университета *A. Whitchead'a.* „A treasite of universal Algebra with applications“. („Универсальная Алгебра и ея приложенія“) къ отчету приложены отзывы референтовъ о присланныхъ работахъ. Въ рѣчи, произнесенной при присужденіи преміи на торжественномъ засѣданіи Казанскаго Физико-Математическаго Общества предсѣдателемъ Общества и Коммиссіи профессоромъ А. В. Васильевымъ охарактеризованы премированныя работы, указано ихъ значеніе и приведены важнѣйшія новыя сочиненія, относящіяся къ вопросу объ основаніяхъ геометріи. Съ любезнаго разрѣшенія проф. А. В. Васильева мы перепечатываемъ здѣсь эту рѣчь. *Ред.*

тереснымъ пространственнымъ формамъ, на существованіе которыхъ впервые указалъ Клиффордъ и которыя Киллингъ предложилъ называть Клиффордъ-Клейновскими пространственными формами. Работы проф. Киллинга начались еще въ 1881 г.; въ 1885 г. онъ издалъ большое самостоятельное сочиненіе, посвященное неевклидовымъ пространственнымъ формамъ, и въ разное время имъ написано большое число мемуаровъ, посвященныхъ механикѣ въ неевклидовыхъ пространственныхъ формахъ, теоріи преобразованій и т. п. Премируемое нынѣ сочиненіе является до нѣкоторой степени завершеніемъ самостоятельныхъ работъ автора.

Другое сочиненіе, признанное коммиссіею имѣющимъ равное съ сочиненіемъ Киллинга право на премію имени Н. И. Лобачевскаго, сочиненіе англійскаго математика Уайтхеда: „Universal Algebra"—даетъ систематическое изложеніе изслѣдованій знаменитаго нѣмецкаго математика Грассмана и ихъ приложеній къ неевклидовой геометріи, и потому будетъ имѣть весьма важное значеніе для развитія методовъ Грассмана. Судьба научныхъ изслѣдованій Грассмана и его жизненная карьера представляетъ много сходства съ судьбою и жизнью нашего Лобачевскаго. Подобно Лобачевскому Грассманъ всю жизнь (1809 — 1877) провелъ въ небольшомъ провинціальномъ городѣ, вдали отъ умственныхъ центровъ Германіи; здѣсь въ тиши и уединеніи онъ съ упорствомъ и настойчивостью разрабатывалъ свои идеи о новой математической наукѣ, которая должна составлять абстрактное основаніе всей геометріи и которой онъ придалъ названіе „Ausdehnungslehre". Подобно Лобачевскому Грассманъ всю жизнь долженъ былъ испытывать горечь непризнанія другими учеными значенія и важности его идей. Въ 1844 г. онъ издалъ свое сочиненіе „Ausdehnungslehre", въ которомъ его методъ былъ изложенъ въ достаточной полнотѣ и систематичности. Но несмотря на то, что это сочиненіе было написано на языкѣ, доступномъ большинству математиковъ Европы, его постигла та-же судьба, какъ и сочиненія Лобачевскаго. Современные Грассману великіе геометры—Гауссъ и Мёбіусъ—относились съ большимъ интересомъ къ его книгѣ, но въ то-же время ихъ оттолкнула ея „философская общность"; спустя восемь лѣтъ послѣ появленія книги Грассмана, извѣстенъ былъ только одинъ математикъ, прочитавшій всю книгу сполна. Та-же участь постигла и другое сочиненіе, изданное Грассманомъ въ 1862 г., въ которомъ онъ изложилъ свою систему въ иной формѣ, подобно тому какъ Лобачевскій сдѣлалъ это для своей системы въ своей „Pangéométrie". Тогда Грассманъ оставилъ свои математическія изслѣдованія и, несмотря на свой пятидесяти-трехлѣтній возрастъ, съ жаромъ юности принялся изучать новую область знанія — филологію, и достигъ замѣчательныхъ успѣховъ въ изученіи Ригведы. Но Грассманъ былъ и счастливѣе Лобачевскаго; доживъ до 68 лѣтъ, онъ могъ, уже на закатѣ своихъ дней, видѣть, что его идеи получаютъ и примѣненіе и признаніе. Еще за десять лѣтъ до его

смерти въ 1867 г. появилась небольшая, но изящно написанная книга Г. Ганкеля: „Теорія системъ комплексныхъ чиселъ", въ которой идеи Грассмана были изложены съ большéю ясностью. Около того-же времени Викторъ Шлегель начинаетъ свою плодотворную дѣятельность, посвященную разработкѣ и популяризаціи идей Грассмана.

Въ чемъ заключается заслуга Грассмана? Она, прежде всего, именно въ той „философской общности", которая оттолкнула отъ сочиненія Грассмана чистыхъ геометровъ, какъ Мёбіуса, и даже такой широкій умъ, какъ Гаусса. На первой-же страницѣ „Ausdehnungslehre" Грассманъ разсматриваетъ математику, не какъ ученіе о величинахъ, но какъ болѣе общее ученіе о формахъ. Она изучаетъ или прерывную форму—цѣлое число—или непрерывную форму—собственно величину. Наука о прерывной формѣ состоитъ изъ двухъ отдѣловъ: ученія о числахъ и ученія о комбинаціяхъ. Непрерывная форма можетъ быть двухъ родовъ: или насъ интересуетъ въ непрерывной величинѣ исключительно одинъ ея элементъ—напряженность; таковы масса, температура и другія величины, зависящія только отъ одной единицы (скалярныя величины у англійскихъ авторовъ). Но мы можемъ ввести въ математику величины, зависящія отъ нѣсколькихъ единицъ, изучать системы чиселъ (пары, тройки) или комплексныя числа со многими единицами. Такія экстензивныя величины приходится разсматривать въ геометріи и механикѣ: векторъ опредѣленной длины и опредѣленнаго направленія, матеріальную точку опредѣленнаго положенія и опредѣленной массы и т. п. Обобщить понятіе о величинѣ и операціяхъ надъ величинами до такой степени, чтобы мы могли подвести подъ понятіе о величинѣ векторы, массовыя точки и т. п.—въ этомъ и заключается основная идея „Ausdehnungslehre" Грассмана. Такую величину онъ называетъ „Ausdehnungsgrösse". Созданное имъ ученіе есть ученіе болѣе общее, чѣмъ обыкновенная алгебра, включая въ нее и алгебру комплексныхъ чиселъ вида $a+bi$. Въ немъ разсматриваются, какъ и въ алгебрѣ, двѣ операціи: сложеніе и умноженіе; но законы умноженія болѣе общи, чѣмъ законы умноженія въ обыкновенной алгебрѣ. Это болѣе общее ученіе и достигаетъ той цѣли, которую поставилъ себѣ Грассманъ: оно есть вѣтвь чистой математики, абстрактная наука, соотвѣтствующая геометріи и механикѣ. Грассманъ имѣлъ предшественника въ Мёбіусѣ, авторѣ „барицентрическаго исчисленія", и одновременно съ Грассманомъ Гамильтонъ въ Англіи развивалъ теорію кватерніоновъ. Но никто изъ нихъ не дошелъ до той общности, съ которою Грассманъ излагалъ свое ученіе. Между тѣмъ какъ Гамильтонъ и Мёбіусъ изобрѣтали символы для представленія соотношеній геометріи трехъ измѣреній и механики, Грассманъ является болѣе чѣмъ кто-либо создателемъ теоріи пространствъ многихъ измѣреній. Разсматривая вопросы съ бóльшею общностью, онъ въ то-же время далъ много весьма важныхъ приложеній къ геометріи и механикѣ съ одной стороны, къ теоріи смѣшенія цвѣтовъ съ дру-

гой. Гельмгольцъ въ своей „Physiologische Optik“ приводитъ изслѣдованія Грассмана по этому послѣднему вопросу.

Сочиненіе Уайтхеда посвящено изложенію методовъ и идей Грассмана въ приложеніи къ неевклидовой геометріи; о томъ, какъ выполнена Уайтхедомъ эта поставленная себѣ цѣль, Вы узнаете изъ реферата проф. Болля. Прибавимъ, что сочиненіе Уайтхеда представляетъ только первый томъ задуманнаго имъ большого сочиненія, второй томъ котораго будетъ посвященъ теоріи кватерніоновъ Гамильтона и другимъ способамъ изложенія алгебры векторовъ, даннымъ Gibbs'омъ, Макфарланомъ, Heaviside и др.; тамъ же будетъ изложена и теорія бикватерніоновъ Клиффорда, изученная А. П. Котельниковымъ въ его сочиненіяхъ.

Изъ сказаннаго видно, какъ неевклидова геометрія входитъ въ болѣе и болѣе тѣсное соотношеніе съ различными областями математическаго знанія. Въ премированныхъ три года тому назадъ работахъ Софуса Ли, равно какъ и въ премируемомъ нынѣ сочиненіи Киллинга, неевклидова геометрія поставлена въ тѣсную зависимость съ теоріею преобразованій; въ сочиненіи Уайтхеда на помощь неевклидовой геометріи приходятъ широкія по общности идеи Грассмана.

Но не одними премируемыми сочиненіями исчерпывается конечно движеніе науки въ области неевклидовой геометріи за послѣдніе годы. Въ 1899 г. появилось классическое сочиненіе Гильберта „Grundlagen der Geometrie“, въ которомъ вопросъ объ аксіомахъ геометріи получилъ замѣчательное рѣшеніе и о которомъ я имѣлъ уже случай говорить Обществу.

Одинъ изъ нашихъ референтовъ, проф. Лейпцигскаго университета, Фр. Энгель, извѣстный своими трудами по разработкѣ теоріи преобразованій и изложенію теорій Ли („Theorie der Transformationsgruppen“, третій томъ которой премированъ былъ три года тому назадъ, есть одинъ изъ такихъ трудовъ проф. Engel'я), издалъ въ 1899 г. большой томъ, содержащій переводъ на нѣмецкій языкъ двухъ сочиненій Лобачевскаго, въ первый разъ появляющихся на языкѣ доступномъ большинству математиковъ („О началахъ геометріи“ и „Новыя начала геометріи“), съ обширными комментаріями, значительно облегчающими пониманіе этихъ работъ. Къ сочиненію приложена прекрасная біографія Н. И. Лобачевскаго. Нѣтъ необходимости настаивать на томъ значеніи, которое имѣетъ и для исторіи неевклидовой геометріи этотъ трудъ проф. Энгеля, равно какъ изданное имъ ранѣе, совмѣстно съ проф. Штекелемъ, сочиненіе: „Theorie der Parallellinien“.

Большое значеніе имѣетъ также только-что вышедшій 8-ой томъ сочиненій Гаусса, въ которомъ проф. Штекель тщательно собралъ всѣ отзывы Гаусса о неевклидовой геометріи и всѣ дошедшіе до насъ отрывки его работъ по основаніямъ геометріи.

На ряду съ математическою и историческою разработкою неевклидовой геометріи и вообще вопроса объ основаніяхъ геометріи, идетъ и философская разработка того же вопроса. Для

насъ, какъ математиковъ, всего интереснѣе тѣ идеи, которыя высказываются Пуанкаре. Его идеи, изложенныя особенно подробно въ журналѣ Monist за 1898 г. (въ статьѣ: „On the foundations of geometry"), составляютъ развитіе и приложеніе къ ученію о пространствѣ общихъ началъ той научной философіи, которой часто придается названіе эмпиріокритицизма. На вѣчный вопросъ— „что есть истина?"—это философское направленіе отвѣчаетъ признаніемъ невозможности достигнуть точнаго объясненія явленій, въ замѣну котораго наука даетъ систему символовъ, изображающихъ явленія міра. Та система символовъ истинна, которая болѣе удобна. Такъ по взглядамъ Пуанкаре система аксіомъ Евклида есть только наиболѣе удобная для изученія явленій перемѣщенія. Другое важное философское сочиненіе, появившееся въ послѣднее время по вопросу объ основаніяхъ геометріи, сочиненіе Russel'я, стоитъ напротивъ на точкѣ зрѣнія Канта; и интересная полемика между Русселемъ и Пуанкаре [1]) представляетъ весьма большой интересъ для философіи математики. Отмѣчу работы нѣкоторыхъ другихъ французскихъ математиковъ-философовъ Lechalas, Calinon и др. Вліяніе неевклидовой геометріи на пробужденіе вниманія къ вопросамъ философіи математики отразилось, между прочимъ, и на конгрессѣ философіи, имѣвшемъ мѣсто въ Парижѣ непосредственно передъ математическимъ конгрессомъ. Кромѣ нѣсколькихъ сообщеній, посвященныхъ вопросамъ философіи пространства [2]), сообщеніе Пуанкаре объ основныхъ началахъ механики было приложеніемъ къ вопросу объ основаніяхъ механики тѣхъ взглядовъ на сущность нашего познанія, которые были выработаны имъ по поводу неевклидовой геометріи.

Такъ развивается разработка неевклидовой геометріи и расширяется ея вліяніе. Пожелаемъ, чтобы премія Лобачевскаго могла всегда справедливо и своевременно отмѣчать важнѣйшіе успѣхи въ той области знанія, которая неразрывно связана съ именемъ нашего великаго ученаго.

ОПЫТЫ и ПРИБОРЫ.

Нѣсколько лекціонныхъ опытовъ по теплотѣ. *)

Основной приборъ въ курсѣ теплоты — это термометръ. Чтобы построить чувствительный термометръ, позволяющій слѣ-

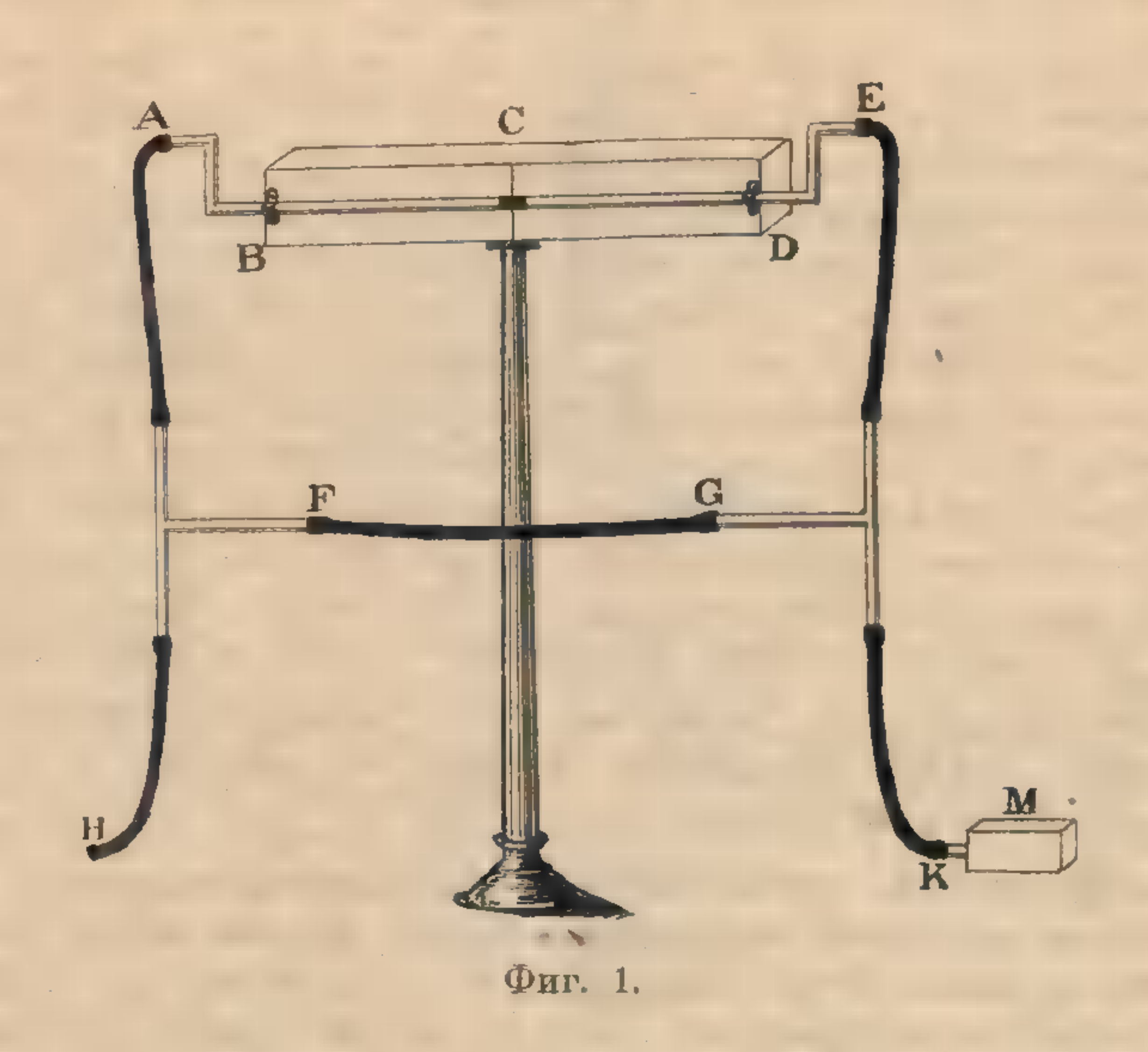
[1]) Revue de metaphysique et de morale.

[2]) Lechalas.

*) Въ № 301 мы уже привели одинъ изъ опытовъ, демонстрированныхъ проф. Пильчиковымъ при изложеніи курса теплоты въ весеннемъ полугодіи 1901 г. Въ настоящее время, изготовивъ соотвѣтствующіе чертежи, мы имѣемъ возможность помѣстить присланное намъ г. Оболенскимъ описаніе нѣкоторыхъ другихъ опытовъ и приборовъ, демонстрированныхъ въ теченіе того же курса. Опыты эти заслуживаютъ тѣмъ большаго вниманія, что они могутъ быть воспроизведены въ любой средней школѣ и очень удобны для демонстраціи многихъ важныхъ явленій, излагаемыхъ въ курсѣ теплоты, передъ большимъ классомъ или аудиторіей. *Ред.*

дить за измѣненіями температуры съ большихъ разстояній, очень удобно пользоваться воздушнымъ термометра. Описываемый приборъ состоитъ изъ изогнутой стеклянной трубки АЕ, въ которую вливается коротктй столбикъ ярко окрашенной жидкости (см. фиг. 1). На концы—А и Е—трубки надѣты каучуки, сообщающіеся между собой третьимъ каучукомъ FG, который въ случаѣ надобности можно зажимать, и такимъ образомъ изолировать двѣ первыя каучуковыя трубки—AH и EK—одну отъ другой.

Въ нашемъ лекціонномъ термометрѣ заслуживаетъ вниманія слѣдующая деталь: узкій, открытый съ одной стороны ящикъ BD прикрѣплялся горизонтально къ вертикальному штативу (см. фиг. 1), такъ, что открытая сторона находилась спереди (т. е. была обращена къ аудиторіи) и была затянута парафинированной бумагой; къ этому ящику прикрѣплялась наша трубка. Внутри ящика помѣщались четыре небольшія электрическія лампочки, ярко освѣщавшія трубку и столбикъ жидкости.



Фиг. 1.

Опишемъ нѣкоторые опыты съ этимъ термометромъ.

Возьмемъ плоскій посеребренный резервуаръ М, закрытый со всѣхъ сторонъ и сообщающійся съ внѣшней атмосферой помощью тонкой трубки. Соединимъ конецъ этой трубки со свободнымъ концомъ K одной изъ каучуковыхъ трубокъ. На одну изъ граней сосуда нальемъ немного сѣрнаго эѳиру или бензину по возможности комнатной температуры. Послѣ этого зажмемъ соеди-

нительную трубку FG; столбикъ жидкости стоитъ противъ индекса C; но стóитъ только нѣсколько разъ махнуть рукой надъ жидкостью, чтобы ускорить испареніе ея, какъ столбикъ жидкости перемѣщается, указывая на сжатіе и, слѣдовательно, охлажденіе воздуха въ резервуарѣ. Этимъ опытомъ наглядно демонстрируется охлажденіе, сопровождающее испареніе.

Разжимаемъ соединительную вѣтвь FG, вытираемъ сосудъ и обождемъ, пока температура его не сравняется съ комнатной, что происходитъ очень быстро, а затѣмъ наливаемъ на стѣнку сосуда нѣсколько капель воды, насыпаемъ немного какой-нибудь соли, напр. Na_2SO_4, но такъ, чтобы вода и соль не смѣшивались. Зажимаемъ снова соединительную вѣтвь. Стеклянной палочкой перемѣшиваемъ воду съ солью; начинается раствореніе сѣрнокислаго натра, сопровождающееся передвиженіемъ столбика жидкости въ направленіи, указывающемъ на охлажденіе воздуха въ резервуарѣ. Продѣлывая совершенно тѣ же операціи, замѣнивъ только соль какою-нибудь крѣпкой кислотою, по передвиженію столбика мы заключаемъ о нагрѣваніи кислоты при разжиженіи.

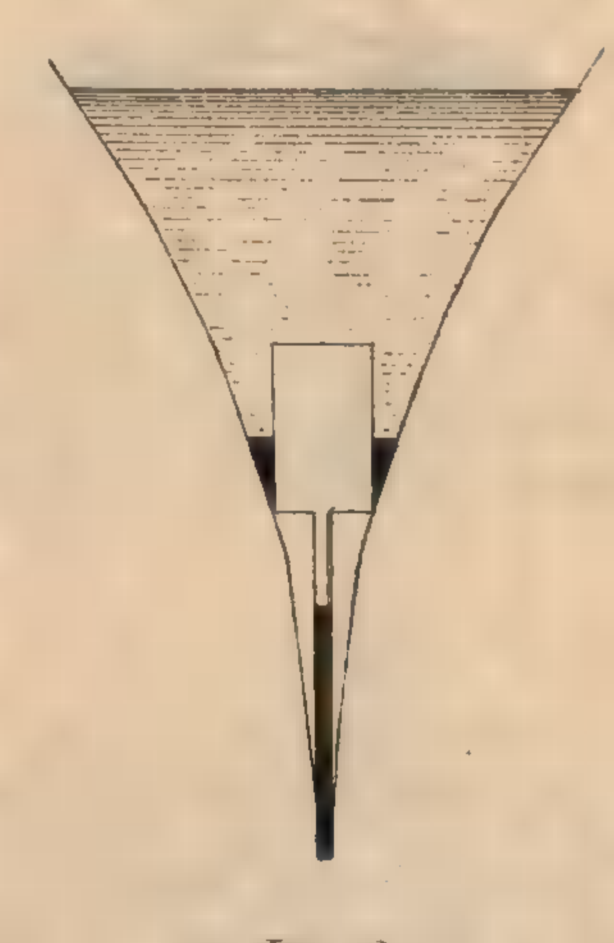
Постоянство точки кипѣнія мы можемъ демонстрировать слѣдующимъ образомъ: возьмемъ узенькій металлическій сосудикъ, подобно предыдущему закрытый со всѣхъ сторонъ и сообщающійся короткой трубкой съ внѣшней атмосферой. Сосудикъ беремъ настолько узкимъ, чтобы онъ свободно входилъ въ пробирку. Соединяемъ трубку сосудика съ концомъ каучуковой трубки и погружаемъ его въ пробирку со спиртомъ или эѳиромъ, взятыми при комнатной температурѣ. Зажавъ соединительную трубку (столбикъ жидкости остается противъ индекса C), мы начинаемъ нагрѣвать пробирку. По мѣрѣ нагрѣванія жидкости, столбикъ быстро удаляется отъ индекса C, но въ извѣстный моментъ останавливается; моментъ этотъ и есть точка кипѣнія жидкости. Во все время кипѣнія столбикъ остается неподвижнымъ.

Точно такимъ же образомъ мы можемъ демонстрировать постоянство точки плавленія. Опыты съ воскомъ и стеариномъ проходили вполнѣ отчетливо.

Прежде чѣмъ перейдемъ къ калориметрическимъ опытамъ остановимся на заимствованномъ опытѣ, доказывающемъ нетеплопроводность воды. Необходимый для этого приборъ былъ устроенъ слѣдующимъ образомъ (фиг. 2): коротенькій, но довольно широкій полый металлическій цилиндръ былъ опущенъ въ обыкновенную воронку вверхъ дномъ; окружность его нижняго основанія плотно прилегала къ стѣнкамъ воронки и была залита арканcономъ (или парафиномъ). Въ воронку наливалась почти до краевъ вода, а поверхъ воды нѣсколько капель бензина. Трубка, идущая отъ цилиндрика соединялась съ каучуковой трубкой нашего термометра (см. фиг. 1), соединительная вѣтвь FG зажималась, причемъ столбикъ жидкости оставался противъ индекса C. Затѣмъ зажигали бензинъ, налитый въ воронку; хотя верхніе слои воды

и нагрѣвались, однако столбикъ жидкости оставался совершенно неподвижнымъ. Если же размѣшать палочкой воду воронки, то столбикъ быстро уходилъ въ сторону.

Калориметрическіе опыты производились съ нѣсколько видоизмѣненными калориметрами Н. А. Гезехуса *) и В. В. Преображенскаго. Остановимся подробно на дифференціальномъ калори-

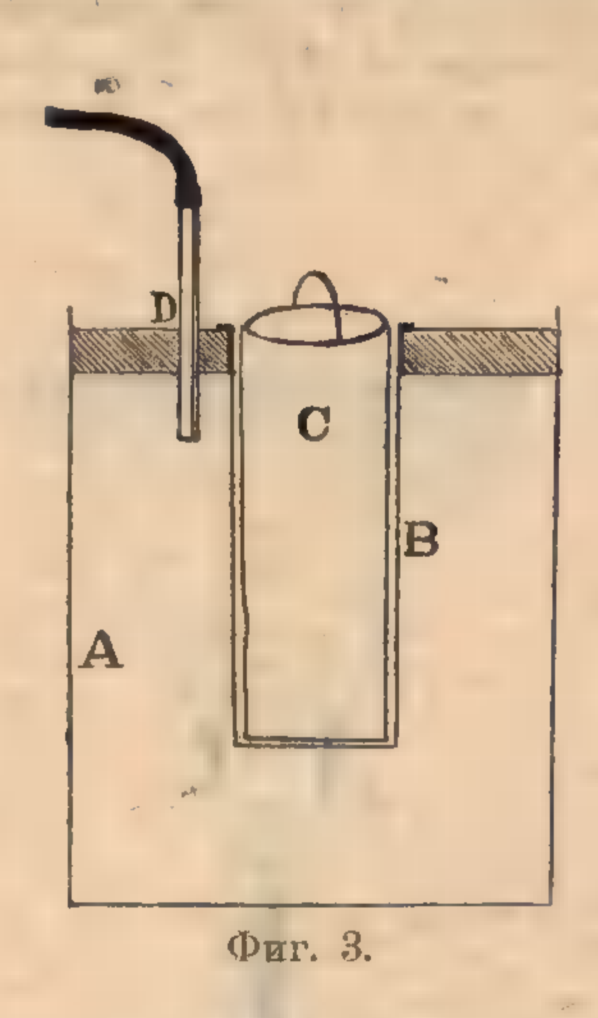


Фиг. 2.

метрѣ Преображенскаго, впервые устроенномъ въ измѣрительной лабораторіи Новороссійскаго Университета. Дифференціальный калориметръ состоитъ изъ двухъ калориметрическихъ мѣдныхъ стаканчиковъ, емкостью по 60 кб. cm. Стаканчики эти вставляются въ резервуары A воздушнаго термометра (см. фиг. 3; на фиг. изображенъ, понятно, лишь одинъ такой калориметръ). Резервуары устроены слѣдующимъ образомъ: къ стеклянной банкѣ была плотно придѣлана деревянная крышка, въ которой было продѣлано два отверстія: въ одно изъ нихъ D, болѣе узкое и продѣланное сбоку вставлялась коротенькая стеклянная трубка; другое отверстіе, болѣе широкое находилось въ срединѣ крышки и въ него былъ вдѣланъ металлическій цилиндрическій стаканъ B, въ который могъ входить довольно плотно калориметрическій стаканъ C. Другой резервуаръ былъ устроенъ совершенно такъ же и такихъ же размѣровъ. Изъ

*) Подробное описаніе калориметра Гезехуса см. въ „Курсѣ физики“ О. Д. Хвольсона, т. III, стр. 156, рис. 78. Примѣненіе къ нему воздушнаго термометра Пильчикова понятно само собой.

описанія понятно, что пространство между банкой и цилиндрическимъ стаканчикомъ сообщается съ внѣшней атмосферой только помощью стеклянной трубочки. Посредствомъ этого прибора можно измѣрять отношеніе удѣльныхъ теплотъ двухъ веществъ.



Фиг. 3.

Нальемъ, напр., въ одинъ изъ калориметрическихъ стакановъ 50 gr. воды, а въ другой такое же количество ртути и доведемъ оба калориметра до нѣкоторой температуры, напр. 50°. Резервуары соединимъ съ трубками AH и EK (см. фиг. 1) воздушнаго термометра; зажмемъ соединительную вѣтвь; столбикъ жидкости стоитъ противъ индекса С. Вставимъ, затѣмъ, въ наши резервуары калориметрическіе стаканы и будемъ слѣдить за столбикомъ жидкости. Въ первый моментъ столбикъ отклоняется сначала въ направленіи, указывающемъ на болѣе сильное нагрѣваніе резервуара, въ которомъ вставленъ калориметръ съ ртутью; но черезъ нѣсколько моментовъ столбикъ начинаетъ быстро двигаться въ противоположномъ направленіи, заходя далеко въ сторону отъ индекса, указывая на то, что калориметръ съ водою обладаетъ большею теплоемкостью. Мѣняя мѣста калориметровъ, мы получимъ отклоненіе столбика въ противоположное направленіе, указывающее опять на бóльшую теплоемкость воды. Опытъ этотъ указываетъ также и на то, что ртуть быстрѣе отдаетъ свои калоріи воздуху т. е. она болѣе теплопроводна. Надлежащимъ подборомъ количествъ ртути и воды можно достигнуть того, что столбикъ жидкости останется неподвижнымъ и такимъ образомъ опредѣлить удѣльную теплоту ртути.

Вл. Оболенскій.

(Окончаніе слѣдуетъ).

ЗАДАЧИ.

XXX. Доказать теорему: если цѣлыя числа $8n+1$ и $24n+1$ суть одновременно полные квадраты, то число $8n+3$ при $n>1$ не можетъ быть простымъ.

Е. Григорьевъ (Казань).

XXXI. Пусть $p=4n-1$ есть простое число. Тогда одно изъ двухъ чиселъ $(2n-1)!+1$ или же $(2n-1)!-1$ дѣлится на $4n-1$.

Заимств. изъ *Mathematical questions and solutions*.

ЗАДАЧИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ.

Рѣшенія всѣхъ задачъ, предложенныхъ въ текущемъ семестрѣ, будутъ помѣщены въ слѣдующемъ семестрѣ.

№ 100 (4 сер.). Доказать, что при цѣлыхъ значеніяхъ a и b числовая величина выраженія

$$a^2b^2[a^{22}-b^{22}-(a^{12}-b^{12})-2^{12}(a^{10}-b^{10})]$$

дѣлится на 17160.

Н. Готлибъ (Митава).

№ 101 (4 сер.). Изъ произвольной точки M, взятой на основаніи BC равнобедреннаго треугольника ABC, проведены прямыя MX и MY, параллельныя соотвѣтственно бокамъ AB и AC этого треугольника. Опредѣлить геометрическія мѣста основаній перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ центра круга, описаннаго около треугольника ABC, на діагонали параллелограмма, образованнаго прямыми AB, AC, MX и MY.

Е. Григорьевъ (Казань).

№ 102 (4 сер.). Построить треугольникъ по основанію его a и прилежащему къ основанію углу B, зная, что прямая, соединяющая средины основанія и высоты, проходитъ черезъ данную точку M.

В. Шлыгинъ (Усть-Медвѣдица).

№ 103 (4 сер.). Рѣшить систему уравненій

$$x\sqrt{x}+y\sqrt{y}=341,$$

$$x\sqrt{y}+y\sqrt{x}=330.$$

x=25
y=36

Заимств. изъ *Časopis*.

№ 104 (4 сер.). Выраженіе

$$\frac{1-x^m}{1-x}\cdot\frac{1-x^n}{1-x},$$

гдѣ m и n суть цѣлыя числа, удовлетворяющія условіямъ

$$n>m\geqslant 1,$$

помощью тождественныхъ преобразованій представлено въ видѣ

$$A_0+A_1x+A_2y^3+\ .\ .\ .\ .+A_{n+m-2}x^{n+m-2}$$

Изъ ряда коэффиціентовъ A_0, A_1, . . . A_{n+m-2} этого многочлена выбраны s первыхъ коэффиціентовъ такъ, что оказывается справедливымъ равенство

$$\frac{A_0+A_1+\ .\ .\ .\ .+As-1}{A_0+A_1+\ .\ .\ .\ .+A_{n+m-2}}=k,$$

гдѣ k есть корень уравненія

$$\frac{2n}{m+1}\left(1-\frac{1}{k}\right)+\frac{m+1}{2n}\left(\frac{1}{k}-\frac{1}{k-1}\right)=0.$$

Вычислить s.

Сообщилъ *С. Розенъ* (изъ задачъ, предложенныхъ на конкурсномъ испытаніи въ Варшавскомъ политехническомъ институтѣ).

№ 105 (4 сер.). Наполненный водородомъ шаръ можетъ поднять 1250 килограммовъ съ восходящею силой въ 10 килограммовъ. Опредѣлить объемъ шара.

Удѣльный вѣсъ воздуха 0,0013; плотность водорода 0,068.

(Заимств.) *М. Гербановскій.*

РѢШЕНІЯ ЗАДАЧЪ.

№ 49 (4 сер.). *Построить треугольникъ ABC по высотѣ его AD и по условію, что эта высота и стороны AB, AC и BC образуютъ геометрическую прогрессію.*

Пусть h—длина данной высоты, x—знаменатель прогрессіи ∺ AD, AB, AC, BC. Тогда

$$AD=h,\ AB=xh,\ AC=x^2h,\ BC=x^3h.$$

Двойная площадь искомаго треугольника, равная выраженію

$$BC\,.\,AD=x^3h^2,$$

равна также произведенію

$$AB\,.\,AC=x^3h^2$$

сторонъ его AB и AC, откуда видно, что уголъ A треугольника прямой. Поэтому

$$\overline{AB}^2+\overline{AC}^2=\overline{BC}^2,$$

или

$$x^2h^2+x^4h^2=x^6h^2 \qquad (1).$$

Замѣчая, что $xh \neq 0$, можно обѣ части равенства (1) раздѣлить на x^2h^2. Тогда найдемъ:

$$1+x^2=x^4,$$

откуда

$$x^2=\frac{1+\sqrt{5}}{2},$$

а потому

$$AC = x^2h = \frac{h(1+\sqrt{5})}{2}.$$

Такимъ образомъ для построенія стороны AC надо раздѣлить отрѣзокъ h *внѣшнимъ* образомъ въ крайнемъ и среднемъ отношеніи и взять *меньшій* отрѣзокъ. Построивъ треугольникъ ADC по катету AD и гипотенузѣ AC, возставляемъ въ точкѣ A перпендикуляръ къ прямой AC и продолжаемъ его до встрѣчи въ точкѣ B съ прямой DC. Треугольникъ ABC есть искомый.

Б. Мерцаловъ (Орелъ); *П. Полушкинъ* (Знаменка).

№ 54 (4 сер.). *Найти остатокъ отъ дѣленія на 7 численнаго значенія выраженія*

$$(x^9-3x^7-8x^3+24x+2)^{(x^3+5x+3)^2},$$

гдѣ x—нѣкоторое цѣлое число.

Представивъ выраженіе x^3+5x+3 въ видѣ

$$x^3+5x+2=x^3-x+6x+3=x(x^2-1)+6x+3 \qquad (1),$$

замѣчаемъ, что числовая величина многочлена x^3+5x+3 кратна 3 при всякомъ цѣломъ значеніи x. Дѣйствительно, если x кратно 3, то всѣ члены второй части равенства (1) кратны 3-хъ; если же x не кратно 3, то по теоремѣ Фермата x^2-1 дѣлится въ этомъ случаѣ на 3, и опять всѣ члены второй части равенства (1) кратны 3-хъ *). Такимъ образомъ показатель $(x^3+5x+3)^2$ есть *положительное* число, кратное 3-хъ. Раздѣливъ многочленъ $x^9-3x^7-8x^3+24x+2$ на x^7-x, находимъ въ частномъ x^2-3, а въ остаткѣ $-7x^3+21x+2$. Поэтому

$$x^9-3x^7-8x^3+24x+2=[x(x^6-1).(x^2-3)-7x^3+21x]+2.$$

Числовая величина выраженія, стоящаго въ квадратныхъ скобкахъ, всегда кратна 7. Дѣйствительно, при x кратномъ 7 всѣ члены этого выраженія кратны 7; при x не кратномъ 7 выраженіе x^6-1 дѣлится согласно съ теоремой Фермата на 7, и опять всѣ члены разсматриваемаго выраженія оказываются кратны 7. Такимъ образомъ при всякомъ цѣломъ значеніи x числовая величина выраженія $x^9-3x^7-8x^3+24x+2$ есть число вида $7m+2$, показатель же $(x^3+5x+3)^2$ есть положительное число вида $3n$. Такимъ образомъ разсматриваемое выраженіе приводится къ виду

$$(7m+2)^{3n} \qquad (2)$$

гдѣ m и n — числа цѣлыя, и притомъ n положительно. Примѣнивъ къ выраженію (2) биномъ Ньютона и отбросивъ члены, кратные 7, находимъ, что остатокъ отъ дѣленія на 7 этого выраженія равенъ остатку отъ дѣленія на 7 числа 2^{3n}. Но

$$2^{3n}=8^n=8^n-1+1 \qquad (3).$$

Такъ какъ число 8^n-1 дѣлится на $8-1=7$, то остатокъ отъ дѣленія на 7 числовой величины предложеннаго выраженія равенъ (см. (3)) 1.

П. Полушкинъ (Знаменка); *Н. Готлибъ* (Митава).

---

*) Можно также сослаться на то, что произведеніе $x(x^2-1)=(x-1)x(x+1)$ трехъ послѣдовательныхъ цѣлыхъ чиселъ всегда дѣлится на 3.

№ 66 (4 сер.). *Найти цѣлое число x, зная, что сумма*

$$1+2+3+\ldots+x$$

выражается по десятичной системѣ счисленія трехзначнымъ числомъ, три цыфры котораго одинаковы.

Назовемъ черезъ y одну изъ трехъ одинаковыхъ цыфръ трехзначнаго числа. Тогда

$$1+2+3+\ldots+x=100y+10y+y=111y,$$

или

$$\frac{x(x+1)}{2}=111y,\ x(x+1)=222y \qquad (1).$$

Рѣшая уравненіе (1) относительно x и принявъ во вниманіе согласно съ условіемъ положительный корень, имѣемъ:

$$x=\frac{-1+\sqrt{1+888y}}{2}.$$

Подставляя вмѣсто y въ это равенство различныя значащія цыфры, убѣждаемся, что лишь при $y=6$ число x получаетъ цѣлое значеніе именно 36.

Уравненіе (1) можно рѣшить относительно x еще слѣдующимъ образомъ. Такъ какъ y есть цыфра десятичной системы счисленія, то вторая часть уравненія (1) не болѣе числа $222.9=1998$. Такъ какъ $222=37.3.2$, то одинъ изъ сомножителей x или $x+1$ лѣвой части дѣлится на 37. Но легко видѣть, что тотъ изъ двухъ разсматриваемыхъ сомножителей, который дѣлится на 37, равенъ 37. Дѣйствительно, если дѣлящійся на 37 сомножитель не равенъ 37, то онъ не менѣе числа 74; но тогда произведеніе $x(x+1)$ по меньшей мѣрѣ равно 74.73, что болѣе числа 1998. Итакъ или $x=37$, или $x+1=37$. Первое предположеніе невозможно, такъ какъ при $x=37$ лѣвая часть равенства (1) равна произведенію 37.38, не кратному 3, тогда какъ правая часть кратна 3-хъ. Наоборотъ, полагая $x=36$, найдемъ изъ равенства (1) для y значеніе, выражаемое одной цыфрой, а именно 6.

Итакъ $$x=36.$$

Б. Мерцаловъ (Орелъ); *П. Полушкинъ* (Знаменка); *Д. Дьяковъ* (Персіяновка); *Н. Готлибъ* (Митава); *Г. Огановъ* (Эривань); *В. Микшъ* (Новочеркасскъ); *В. Гудковъ* (Свеаборгъ).

Редакторы: **В. А. Циммерманъ** и **В. Ф. Каганъ**. Издатель **В. А. Гернетъ**.

Дозволено цензурою, Одесса, 15-го Октября 1901 г.

Типографія Бланкоиздательства М. Шпенцера, Ямская, д. № 64.